

## Method of treating wood

Patent Number: ☐ US4698305  
Publication date: 1987-10-06  
Inventor(s): HANSSON GOERAN (SE)  
Applicant(s): HANSSON GOERAN (SE)  
Requested Patent: DE3434551  
Application Number: US19840652487 19840920  
Priority Number(s): SE19830005055 19830920  
IPC Classification:  
EC Classification: B27K3/02, B27K5/00  
Equivalents: CA1231905, FI843654, ☐ FR2552011, ☐ IT1179129, ☐ SE455477, SE8305055

---

### Abstract

---

Method of effecting zoning in wood with the aid of fungus cultures. The wood is pretreated by sterilizing it, setting a suitable moisture content and impregnating it. Impregnation with nutrients ensures that the fungi are sustained by the nutrients added and not by the wood. Special patterns can be achieved by using inhibitors. Pretreated wood is inoculated with one or more fungus cultures and stacked in sandwich fashion. An interlayer is inserted into the inoculated sandwich to produce the desired zoning pattern. Incubation is performed with controlled moisture contents and moisture gradients in the wood, as well as the composition of the gas phase, and may be carried out as a two-step process. The method is performed entirely or partially in a closed system.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - 12

BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift  
DE 3434551 A1

Int. Cl. 3:  
B27 K 5/00  
B 44 F 5/00

Aktenzeichen: P 34 34 551.5  
Anmeldetag: 20. 9. 84  
Offenlegungstag: 18. 4. 85

DE 3434551 A1

Unionspriorität: 20.09.83 SE 8305055-9

Anmelder:  
Hansson, Göran, Hörby, SE

Vertreter:  
Glawe, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 8000 München; Delfs,  
K., Dipl.-Ing., 2000 Hamburg; Moll, W., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., 8000 München; Mengdehl, U.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Niebuhr, H., Dipl.-Phys.  
Dr.phil.habil., Pat.-Anw., 2000 Hamburg

Erfinder:  
gleich Anmelder

Behördeneigentlich

#### Verfahren zur Holzbehandlung

Ein Verfahren zum Bewirken einer Bereichsbildung in Holz mit Hilfe von Pilzkulturen. Das Holz wird vorbehandelt durch Sterilisieren, Einstellen eines geeigneten Feuchtigkeitsgehaltes und Imprägnieren. Eine Imprägnierung mit Nährmitteln gewährleistet, daß die Pilze durch die zugegebenen Nährmittel ernährt werden und nicht durch das Holz. Durch Benutzung von Inhibitoren können spezielle Muster erreicht werden.

Das vorbehandelte Holz wird mit einer oder mehreren Pilzkulturen geimpft und in Sandwich-Form gestapelt. Eine Zwischenschicht wird in das geimpfte Sandwich eingefügt, um das gewünschte Zonenmuster zu produzieren.

Die Inkubation wird durchgeführt mit gesteuertem Feuchtigkeitsgehalt und Feuchtigkeitsgradienten im Holz, sowie der Zusammensetzung der Gasphase, und kann als Zweistufen-Prozeß durchgeführt werden.

Das Verfahren wird gänzlich oder zum Teil in einem geschlossenen System durchgeführt.

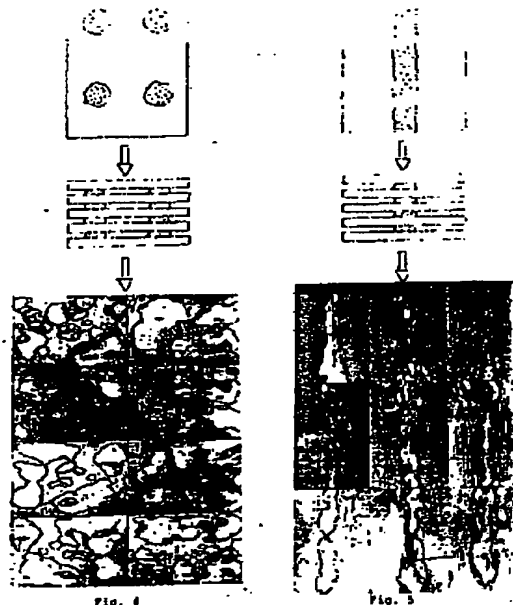


Fig. 4

Fig. 5

DE 3434551 A1

GLAWE, DELFS, MOLL & PARTNER

PATENTANWÄLTE

EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

3434551

GÖRAN HANSSON  
242 00 Hörby / Schweden

Verfahren zur Holzbehandlung

RICHARD GLAWE  
DR.-ING.

KLAUS DELFS  
DIPL.-ING.

WALTER MOLL  
DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT.  
ÖFF. BEST. OOLMETSCHER

ULRICH MENGDEHL  
DIPL.-CHEM. DR. RER. NAT.  
HEINRICH NIEBUHR  
DIPL.-PHYS. DR. PHIL. HABIL.

8000 MÜNCHEN 26  
POSTFACH 182  
LIEBHERRSTR. 20  
TEL. (089) 22 85 48  
TELEX 5 22 805 SPEZ  
TELECOPIER (089) 22 39 35

2000 HAMBURG 13  
POSTFACH 2570  
ROTHENBAUM-  
CHAUSSÉE 58  
TEL. (040) 4 10 20 08  
TELEX 2 12 921 SPEZ

MÜNCHEN

A 02

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Behandlung von Holz, um mit Hilfe von Pilzen eine Bereichsbildung zu bewirken, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereichsbildung schnell und gesteuert bewirkt wird durch Vorbehandlung des Holzes (4) und Einimpfung einer oder mehrerer Pilzkulturen (3), woraufhin die Inkubation unter gesteuerten Bedingungen durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorbehandlung eine Sterilisation und/oder Desinfektion umfaßt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 , dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die Vorbehandlung eine Behandlung  
mit Anti-Mikrobensubstanzen umfaßt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3 , dadurch  
5 g e k e n n z e i c h n e t , daß die Vorbehandlung ein  
Einstellen des gewünschten Feuchtigkeitsgehalts umfaßt.
5. Verfahren nach Anspruch 4 , dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß der Feuchtigkeitsgehalt erreicht  
wird durch Beigeben einer kontrollierten Wassermenge, die  
10 vom Holz absorbiert und darin verteilt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 , da-  
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Vorbehandlung  
ein Imprägnieren des Holzes mit Nährmitteln oder pH/redox-  
aktiven Substanzen umfaßt, die das Wachstum der Pilze fördern,  
15 um ein rasches Festsetzen der Pilze auszulösen und sicherzu-  
stellen, daß die Pilze vom zugegebenen Nährmittel und nicht  
vom Holz ernährt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 , da-  
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß während der Vor-  
20 behandlung Substanzen, die die Pilze daran hindern das Holz  
anzugreifen, wie z.B. hydrophobische Substanzen oder Inhibitoren,  
auf bestimmten Teilen des Holzes in einem gewünschten Muster

zugegeben werden, um das Wachstum der Pilze und die Bereichsbildung nur auf die anderen Teile der Holzoberfläche zu richten.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 , dadurch gekennzeichnet , daß in der Vorbehandlungsstufe Substanzen zugegeben werden, wie z.B. pH-gesteuerte oder redoxaktive Substanzen, Nährmittel oder Farbvorläufer, die die Fähigkeit der Pilze zur Zonenbildung stimulieren und das Auftreten der Zonen steuern.
10. 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 , dadurch gekennzeichnet , daß Pilzkulturen wie z.B. *Armillaria Mellea* für das Impfen verwendet werden, welche Antibiotika produzieren und einen gewissen automatischen Schutz gegen Infektionen liefern.
15. 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 , dadurch gekennzeichnet , daß Pilzkulturen für die Impfung verwendet werden, die in Fermentoren hergestellt wurden und geeignet sind für das Wachstum und die Bereichsbildung auf Holz.
20. 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 , dadurch gekennzeichnet , daß die Impfung durchgeführt wird mit Hilfe einer Drehwalze, die ein Muster druck

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 , dadurch gekennzeichnet , daß die Impfung durchgeführt wird mit Hilfe einer Sprühdüse, die die Impfsubstanzen in der Form von Punkten, Streifen oder anderen Mustern verteilt.
- 5 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 , dadurch gekennzeichnet , daß die Inkubation durchgeführt wird mit gesteuertem Feuchtigkeitsgehalt und -gradienten im Holz (4), in mit Wasserdampf gesättigter Luft, um einen im wesentlichen konstanten Feuchtigkeitsgehalt zu erzielen, in Luft mit weniger als 100% Feuchtigkeit, 10 um einen graduell abnehmenden Feuchtigkeitsgehalt im Holz zu erreichen, oder mit bestimmten Teilen des Holzes (4) in direktem Kontakt mit Wasser oder einem feuchtigkeitsenthaltenden Material, wie z.B. feuchtem Vermikulit oder Sägemehl, 15 um Feuchtigkeitsgradienten im Holz (4) zu erreichen.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 , dadurch gekennzeichnet , daß Sauerstoff, Kohlendioxid, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und Licht benutzt werden als Mittel zur Steuerung des Wachstums des Pilzes 20 und für das Zonen des Holzes.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14 , dadurch gekennzeichnet , daß die Inkubation als Zweistufen-Prozeß durchgeführt wird, wobei die erste Stufe

unter optimalen Bedingungen für das Pilzwachstum im Holz (4) durchgeführt wird und die zweite Stufe unter optimalen Bedingungen für die Bereichsbildung.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das vorbehandelte Holz (4), geimpft mit einer oder mehreren Pilzkulturen, in Sandwich-Form gestapelt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zwischenschicht (7) von beliebiger Form in das Sandwich eingefügt ist, um das gewünschte Zonenmuster zu erzeugen, wobei die Zwischenschicht (7) aus geeignetem Material wie Holz, Sägespäne, Pappe, Plastik oder Vermikulit besteht.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (7) trocken ist oder imprägniert mit Wasser oder Substanzen, die das Pilzwachstum steuern, oder vorher mit Pilzen geimpft und damit durchsetzt ist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorbehandlung und Impfung gänzlich oder zum Teil in einem geschlossenen System durchgeführt wird.

20. Holzmaterial, dadurch gekennzeichnet,  
daß es mit einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19 gezont ist.



GLAWE, DELFS, MOLL & PARTNER

PATENTANWÄLTE

7 EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

3434551

RICHARD GLAWE  
DR.-ING.

KLAUS DELFS  
DIPL.-ING.

WALTER MOLL  
DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT.  
ÖFF. BEST. DOLMETSCHER

ULRICH MENGDEHL  
DIPL.-CHEM. DR. RER. NAT.  
HEINRICH NIEBLHAR  
DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT.

GÖRAN HANSSON  
242 00 Hörby / Schweden

8000 MÜNCHEN 26  
POSTFACH 182  
LIEBHERRSTR. 20  
TEL. (0 89) 22 65 48  
TELEX 5 22 505 SPEZ  
TELECOPIER (0 89) 22 39 38

2000 HAMBURG 13  
POSTFACH 26379  
ROTHENBAUM-  
CHAUSSÉE 58  
TEL. (0 40) 4 10 20 08  
TELEX 2 12 921 SPEZ

Verfahren zur Holzbehandlung

MÜNCHEN

A 02

### B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von gezontem Holz (zoned wood) mit Hilfe von Pilzen. Das Aussehen der meisten Holzarten kann durch unterschiedliche Arten von Pigmentation geändert werden. Das geänderte Aussehen kann Punkte, Streifen, Flecken und das sogenannte Zoning enthalten. Die Gründe für diese Änderungen können chemischer oder biologischer Natur sein, wie z.B. chemisch verursachte Entfärbung, z.B. Oxydation bestimmter Komponenten im Holz durch Sauerstoff aus der Luft, oder ein Niederschlag von Eisentannat oder Kupfertannat im Holz, wie z.B. Bleichpilze, z.B. Fleckenpilze oder andere niedere Pilze, die Flecken oder Streifen in verschiedenen Tönen verursachen, wie z.B. Schimmelpilz (mould fungus), welcher oberflächliche Farbänderungen

ergibt durch Erzeugen einer großen Anzahl von Sporen auf der Holzoberfläche, oder wie Fäulnispilze, die eine tief eindringende Verfärbung ins Weiße oder Braune verursachen, wenn das Holz durch weiße bzw. braune Fäulnis-  
5 pilze angegriffen wird.

Das natürliche Auftreten von gezontem Holz ist gut bekannt. Dieser Holztyp wird erhalten, wenn Laubbäume, wie z.B. Buchen und Birken durch bestimmte Arten von höheren Pilzen angegriffen und zersetzt werden. Gezontes  
10 Holz wurde auch in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben, wobei der erste Artikel bereits 1878 durch Hartig veröffentlicht wurde.

Gezontes Holz ist also Holz im Zersetzungszustand durch höhere Pilze, im allgemeinen durch weiße Fäulnis-  
15 pilze. Das Holz/<sup>kann</sup>betrachtet werden als mit einer Anzahl von separaten Myzeliumflächen gefüllt, wobei die Pilze einen dunklen Film an den Grenzen zwischen diesen Flächen bilden. Dieser Film enthält Holz gefüllt mit unnormale geschwollenen und pigmentierten Pilzhyphen und bildet, was  
20 als Zonenfläche oder Zonenplatte bekannt ist. Die Zonenflächen können als physische Grenze gegen anliegende Myzeliumbereiche dienen oder gegen ungeeignete Umgebung. Wenn ein Stück von gezontem Holz gesägt wird, kommen die Linien in der geschnittenen Oberfläche zu Tage. Die

Zonenlinien bilden ein Mosaik, dessen Dichte und Aussehen vom Pilztyp, der Zeit, der Struktur des Holzes und Umgebungsfaktoren (Fig. 1) abhängt.

In der früheren Literatur wurden die Begriffe Zonen-  
5 linien, Zonenflächen, gezontes Holz, usw. einerseits manchmal durcheinandergebracht mit anderen Typen von Farbveränderungen im Holz. In der jüngeren Literatur wurde aber gezontes Holz definiert als Holz, welches mit den oben erwähnten "Filmen" von unnormale geschwollenen und pigmentierten Pilzhyphen gefüllt ist. Diese werden durch spezielle  
10 biologische Prozesse produziert, siehe unten. Andere Typen von Farbänderungen können z.B. eine Pigmentbildung umfassen, die diffundieren kann und im Holz in der Form von Punkten, Flecken oder Streifen auftritt, oder die als Bildung von  
15 dunklen Bändern, die Harz- und Leimsubstanzen enthalten, die durch Oxydation von holzzersetzenden Produkten erzeugt werden. Diese Arten von Farbänderungen haben aber ein völlig anderes Aussehen und werden in völlig unterschiedlicher Weise als das gezonte Holz erzeugt.

20 Unzählbare Pilze sind in der Lage, im Holz eine Bereichsbildung (zoning) zu verursachen. Die bestbekannten und am meisten studierten sind *Armillaria Mellea* und *Xylaria Polymorpha*.

Das natürliche Auftreten von gezontem Holz braucht einige Zeit, oft mehrere Jahre. Während dieser Zeit schreitet der Angriff der Pilze auf die Holzstruktur oft fort und deshalb ist das gezonte Holz häufig porös in  
5 seiner Struktur.

Auch wenn seit langem Literatur über das Zoning zur Verfügung steht, ist nach wie vor unklar, wie das Zoning exakt auftritt. Vielleicht gibt es mehrere unterschiedliche Mechanismen und mehrere unterschiedliche Arten von  
10 Zonenlinien.

Es wurde gezeigt, daß bestimmte Zoning-Typen in der Kontaktfläche zwischen antagonistischen Myzelien erzeugt werden. In solchen Fällen bilden die Zonenflächen eine Grenzfläche zwischen genetisch unterschiedlichen Myzelium-  
15 einheiten.

Ein Zoning kann auch erzeugt werden durch ein einheitliches Myzelium, ohne Antagonismus. In diesem Fall besteht das gezonte Holz aus einem Mosaik von angegriffenen und nicht angegriffenen Bereichen, die durch Zonenflächen getrennt sind. Der Mechanismus hierfür und warum nur bestimmte Teile des Holzes angegriffen werden, ist nicht bekannt. Eine sinnvolle Annahme ist, daß der Pilz beim Ausbilden  
20

der Zonen in der Lage ist, sein Myzelium von ungeeigneten Umgebungsfaktoren zu isolieren.

5 Zwei Verfahren zur Erzeugung von gezontem Holz durch Impfung des Holzes mit Pilzkulturen wurden in der Literatur beschrieben.

A) Verfahren auf der Basis von mehreren Kulturen :

10 Wenn unterschiedliche Pilze auf der gleichen Unterlage wachsen, können unterschiedliche Wechselwirkungen auftreten: Z.B. können sich die Pilzmyzelien frei mischen oder ein Myzelium überwindet die anderen. Es treten oft "Sackgassen"-Strukturen auf, welche gefärbte Berührungszonen zwischen den Myzelien entstehen lassen. Das Impfen von Holz mit einer bestimmten Kombination von zwei oder mehr antagonistischen Pilzen unterschied-  
15 lichen Typs (Zwischen-Art-Antagonismus) kann deshalb ein Zoning verursachen. Es ist lange bekannt, daß Zonenflächen häufig unterschiedliche Pilztypen in natürlich auftretenden Zoningformen trennen.

Ein Zoning aufgrund von Zwischen-Art-Antagonismus tritt  
20 auch natürlich auf, aber seine Auslösung wurde erst kürzlich verstanden. Zwischen-Art-Antagonismus, speziell zwischen unterschiedlichen Zweigen von *Coriolus Versicolor*, wurde

gründlich studiert. Diese Technik kann im Labor reproduziert werden und es kann ein Holzmaterial erhalten werden, das ähnlich "natürlich gezontem Holz" ist. Wahrscheinlich ist dieser Prozeß ähnlich dem, der natürlich auftritt.

- 5 Dies gilt auch für die benötigte Zeit - Inkubationszeiten von 1 - 2 Jahren sind nötig, um mit dieser Methode gezontes Holz zu erhalten.

B) Methode mit einer einzigen Kultur :

- 10 Dieses Verfahren wird hauptsächlich benützt, wenn mit Armillaria Mellea gearbeitet wird, aber bis zu einem gewissen Ausmaß auch mit Xylaria Polymorpha und einigen Fomes und Polyporus-Typen. Buchen und Birken werden gewöhnlich verwendet, entweder als ganze Stücke von Ästen mit der Rinde daran, oder kleine ausge-
- 15 sägte Holzblöcke. Das Holz wird mit einer reinen Kultur geimpft und für 3 - 12 Monate in einer geeigneten Umgebung gehalten (inkubiert). Wenn das Holz geschnitten ist, wird häufig eine Zonenfläche einige mm unter der Oberfläche gefunden, siehe Fig. 2. Wenn der inkubierte und mit Pilz durchdrungene Holzblock in
- 20 Stücke geschnitten wird und diese Stücke dann noch einmal (1 - 4 Wochen) inkubiert werden, werden neue Zonenflächen gerade unter den erst freigelegten Flächen gebildet, siehe Fig. 2. In dieser Figur bezeichnet
- 25 1 die Zonenlinien nach der ersten Inkubation

und 2 die Zonenlinien nach der zweiten Inkubation.  
Dieses Verfahren zum Herstellen von gezontem Holz  
hat verschiedene Nachteile: 1. Es ist relativ zeit-  
aufwendig, 2. eine Bereichsbildung wird nur nahe der  
5 Oberfläche des Holzes erzielt und nicht als Mosaik,  
und 3. es ist ungeeignet vom praktischen Standpunkt.

In einem bereits bekannten Verfahren (schwedisches  
Patent 407758) wird die Benutzung speziell ausgewählter  
Mikroorganismen vorgeschlagen, in erster Linie Armillaria  
mellea-und Xylaria Polymorpha-Pilze und Bazillus-Polymyxa-  
10 Bakteria und enzymatisch aktive Präparate aus diesen Orga-  
nismen. Es wird vorgeschlagen, diese in Laubholz einzu-  
impfen und unter geeigneten Umgebungsbedingungen zu in-  
kubieren, um die gewünschte Holzveränderung zu erzielen.  
Veränderung umfaßt hier eine erhöhte Porosität und die Pro-  
15 duktion von Farbpigmenten, das Freisetzen von Harz- und  
Leimsubstanzen aus dem Holz und die Produktion von sauren  
Stoffwechsel- und Zersetzungsprodukten. Dieses Patent offen-  
bart aber keine neue Information bezüglich des Verfahrens  
zum Erzeugen von gezontem Holz.

20 Pilzangriffe auf Holz werden im allgemeinen als negativ  
und zerstörerisch für die Holzeigenschaften angesehen. Es  
existieren aber Verfahren und Patente, die sich beziehen auf  
die Beeinflussung von Holz durch Pilze, um ein Material mit  
bestimmten gewünschten Eigenschaften zu erhalten.

Im "Mykoholz-Verfahren" wird ein Holzmaterial erzeugt mit Hilfe von *Pleurotus Ostreatus*- und *Trametes Versicolor*-Pilzen, welches ein niedriges spezifisches Gewicht, eine hohe Porosität und eine reduzierte Stärke aufweist (deutsches Patent 946 845). Diese Mykoholz hat ein begrenztes Anwendungsgebiet, z.B. für Federhalter und als Holz für den Modellbau.

Die Benutzung von Pilzen, d.h. *Chlorosplenium Seruginosum*, um Holz in der Form von Blöcken, Brettern oder Furnier ein attraktives Aussehen sowie einen Fäulnisschutz zu geben, wurde bereits 1913 patentiert (britisches Patent 24 595). Auch andere Pilze wie z.B. *Trichoderma* und *Scytalidium* können verwendet werden für eine biologische Steuerung der Zerstörung aufgrund von Verfaulens. Eine absichtliche Infektion von Holz mit diesen Pilzen kann eine Zerstörung durch Faulpilze verhindern oder verzögern.

Das oben erwähnte schwedische Patent schlägt die Benutzung z.B. von *Armillaria Mellea* und *Xylaria Polymorpha* vor, um ein verändertes Holz zu erzeugen. Eine spezielle vorgeschlagene Anwendung sind furnierte Produkte wie z.B. Lautsprecherboxen.

Was die Herstellung und Benutzung von gezontem Holz angeht, so ist das in der Literatur beschriebene Werk mehr grundlagenbildend als für technische Anwendungen geeignet. Die Aufgabe ist oft das Studium der Struktur der Pilzpopulation und Dynamik des Holzes oder die Wechselwirkung zwischen



pathogenen und nicht-pathogenen Pilzen in Holz. Für gezontes Holz dieser Art wurde keine praktische Anwendung vorgeschlagen. Andererseits wird natürlich gezontes Holz, vorrangig Buchenholz, in begrenztem Ausmaß in Schwenden heutzutage verwendet. Es sind hauptsächlich die ästhetischen Eigenschaften von gezontem Holz, die hier benutzt werden, z.B. für die Schlüsselherstellung.

Wenn gezontes Holz in größerem Maßstab benutzt werden soll, z.B. in der Furnierindustrie und der Parkettindustrie, ist eine neue Technologie erforderlich für seine gesteuerte Produktion.

Die Anforderungen an eine solche neue Technologie sind im wesentlichen die folgenden :

Ein Zoning muß möglich sein sowohl in Paneelholz als auch in dickerem Holz, sowohl in frischem sowie getrocknetem Holz, und in unterschiedlichen Holzarten, speziell Buchenholz und Birkenholz.

Es muß eine geeignete Methode sein zur Vorbehandlung von Holz, speziell bezüglich der notwendigen Desinfektion, Sterilisation und Steuerung des Feuchtigkeitsgehaltes.

Es muß einen ökonomischen Weg für die Herstellung aktiven Impfmateri als geben.

Das Zoning sollte möglich sein, speziell unter Benutzung nur eines Pilzes. Es sollte aber möglich sein, mehrere unterschiedliche Pilze zu verwenden, um unterschiedliche Arten von Zonenlinien zu erhalten.

- 5 Die Inkubation sollte durchgeführt werden in einem geschlossenen System, wobei die Umgebungsparameter (Temperatur, Feuchtigkeit, Gasphase, usw.) überprüft werden.

Das Verfahren muß schnell sein mit einer maximalen Inkubationszeit von 1 - 2 Monaten.

- 10 Das Verfahren muß steuerbar sein, um unterschiedliche Typen von Zoningmustern zu ergeben.

Das Verfahren muß eine ausreichende Eindringtiefe der Zonenflächen liefern, damit das Holz geschliffen oder sonstwie oberflächenbehandelt werden kann.

- 15 Das Zonenmuster muß beständig sein gegen Licht, Chemikalien, usw..

Es muß eine Überprüfung auf Infektionen, speziell auf Schimmelinfectionen möglich sein.

- 20 Das Verfahren sollte gesteuert und stabil sein und wenig Abfall ergeben.

Die Herstellung des Zoning sollte möglich sein ohne größere Einflüsse auf die Stabilität und Porosität des Holzes.

Eine geeignete Technologie zum Abbrechen des Prozesses  
5 muß zur Verfügung stehen.

Das Verfahren muß abgemessen werden können.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein praktisch funktionierendes Verfahren zum Erzeugen von gezontem Holz unter den oben erwähnten gesteuerten Bedingungen.

10 Das Verfahren wurde entwickelt hauptsächlich unter der Benutzung von Birkenholz, aber auch Buchenholz und Eschenholz wurde als geeignet für Zoning gefunden. Dünn gesägte Scheiben (1-3 mm) und Paneel (0,6 mm) wurden meistens benutzt, aber auch dickeres Holz. Sowohl frisches als auch  
15 trockenes Holz zeigte sich als geeignet für das Zoning.

Im folgenden wird das Verfahren unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen genauer beschrieben. Es zeigen :

Fig. 1 einen Querschnitt durch gezontes Holz;

Fig. 2 die Technologie für das Induzieren von Zoning im  
20 Holz;

Fig. 3 eine Impfung des Holzes mit dem Sandwich-Verfahren;

Fig. 4 eine Punktimpfung von Birkenholz;

Fig. 5 eine Streifenimpfung von Birkenholz;

5 Fig. 6 Zoningmuster mit Paaren von Spiegelbildern auf  
Birkenholz;

Fig. 7 die Impfung eines Sandwichs mit Zwischenlage;

Fig. 8 einen Querschnitt durch ein Holzstück gezont in  
einem Sandwich mit Zwischenlage;

10 Fig. 9 einen Holzblock sandwich-gezont mit quadratischer  
Zwischenschicht und

Fig. 10 im Detail ein Netzwerkmuster von Zonenlinien auf  
Birkenholz.

15 Es hat sich gezeigt, daß eine geeignete Vorbehandlung  
des Holzes von grundsätzlicher Bedeutung für das Zoning-  
Verfahren ist. Besonders ist es nötig, daß das Holz frei von  
Infektionen durch Mikroorganismen ist, die den Zoning-Prozeß  
beeinflussen, und daß es einen korrekten Feuchtigkeitsgehalt

hat. Das Verfahren der Desinfektion/Sterilisation ist nicht kritisch; Dampf mit Atmosphärendruck oder erhöhtem Druck, Trockenhitze, Strahlung (Gamma, UV, IR) oder Gassterilisation mit Ethylen-Oxid z.B. wurden getestet und als geeignet gefunden. Die Steuerung des Feuchtigkeitsgehaltes des Holzes hat sich aber als schwierig erwiesen, speziell in dem Falle von dünnen Holz mit großer Fläche und Berührung mit der Luft und mit geringem Vermögen, Feuchtigkeit zu halten. Mit "Feuchtigkeitsgehalt" ist gemeint das Gewicht des Wassers im Verhältnis zum Gewicht des Trockenholzes. Das Holz kann durch seine gesamte Dicke sterilisiert werden oder nur an seiner Oberfläche, und zwar durch eine der oben erwähnten Methoden. Das Holz kann alternativ mit Substanzen gegen Mikroben behandelt werden, um Infektionen zu vermeiden.

Es wurde ein Verfahren entwickelt zum Vorbereiten sterilen Holzes mit extrem genau festgelegtem Feuchtigkeitsgehalt:

- 20 - Das Startmaterial ist trockenes oder feuchtes Holz mit bekanntem Feuchtigkeitsgehalt;
- die gewünschte Wassermenge wird hinzugefügt in einem geeigneten Behälter, um dem Holz den gewünschten

Feuchtigkeitsgehalt zu geben, wobei zuerst der Feuchtigkeitsgehalt bestimmt wird für den speziell benutzten Pilz;

- 5       - mit Hilfe einer Vakuumbehandlung in feuchter Umgebung wird das Wasser absorbiert und durch die ganze Holzstruktur verteilt;
- das Holz wird eingewickelt, um es luftdicht zu machen;
- vor oder nach diesem Prozeß kann eine Sterilisation mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt werden.

10       Durch dieses Verfahren kann ein Vorrat von haltbarem Holz gebildet werden, der fertig für die Impfung ist. Dies ist besonders erwünscht, da z.B. die Zusammensetzung (Wassergehalt, Nährmittelgehalt) von zu unterschiedlichen Jahreszeiten gefällttem Bauholz erheblich variiert.

15       Der gewünschte Feuchtigkeitsgehalt kann auch erreicht werden durch Eintauchen des Holzes in Wasser bei Atmosphärendruck oder bei reduziertem/erhöhtem Druck für eine Standardzeit, um zu ermöglichen, daß die gewünschte Wassermenge absorbiert wird, oder durch eine Dampfbehandlung über eine  
20       Standardzeit.

Es wäre wünschenswert, ein Zoning im Holz zu erreichen ohne daß das Holz zersetzt wird und dadurch verschiedene Stärkeeigenschaften verschlechtert werden. Bei natürlich gebildetem gezontem Holz ist das Zoning aber  
5 verbunden mit dem Pilzwachstum und damit mit einer Zersetzung des Holzes. In Zusammenhang mit der Erfindung wurde aber gefunden, daß, wenn Pilze auf Vermikulit (inertem Material), welches mit einer flüssigen Nährmittellösung imprägniert ist, wachsen, ein Zoning in jedem Falle auf-  
10 tritt, obwohl kein Holz vorhanden ist. In einer erfindungsgemäßen Variante des Verfahrens wird das Holz vor der Impfung mit einer geeigneten Nährmittellösung imprägniert und der Pilz wächst auf diesem Nährmittel und erzeugt unter geeigneten Umgebungsbedingungen ein Zoning im Holz. Es tritt  
15 keine Zersetzung des Holzes auf oder nur vernachlässigbare Zersetzung, und das Holz dient deshalb als "Matrix" für das Zoning. Das Holz wurde imprägniert mit pH-redoxaktiven Substanzen, die das Wachstum des Pilzes fördern, um eine schnelle Entwicklung des Pilzes zu erzielen. Das Holz kann  
20 auch imprägniert werden mit Substanzen zum Stimulieren der Fähigkeit des Pilzes Zoning zu produzieren, z.B. mit Vorläufern (presursor) des Pilzpigments, um das Aussehen des Zoning zu steuern.

In anderen Ausführungsformen der Erfindung wurde die  
25 Imprägnierung durchgeführt mit Substanzen, die den Pilz

daran hindern, das Holz anzugreifen, z.B. mit hydrophoben Substanzen oder Inhibitoren. Diese Substanzen können auf bestimmten Teilen der Holzoberfläche in einem gewünschten Muster aufgebracht werden, um das Wachstum des Pilzes und  
5 das Zoning zu steuern nur auf die anderen Teile der Holzflächen.

Es können in der Imprägnierungsstufe Substanzen verwendet werden, die eine Infektion durch andere Organismen, speziell Schimmelinfection, verhindern. Geeignete Zusammen-  
10 setzungen sind z.B. Benomyl und bestimmte Antibiotika.

Wie oben erwähnt, ist es bereits bekannt, daß eine große Anzahl von Pilzen die Fähigkeit hat, ein Zoning im Holz zu erzeugen. In dieser Schrift wurde hauptsächlich der klassische Organismus *Armillaria Mellea* benutzt, aber  
15 es wurden auch andere Pilztypen getestet und es zeigte sich, daß *Phellinus Igniarius* und *Phellinus Pini* Zoning produzieren, welches teilweise ein anderes Aussehen als das durch *Armillaria* produzierte hat.

Im Literaturwerk mit *Armillaria* wurden Kolonien als  
20 Impfmateriail verwendet, die auf Agar-Flächen an Luft kultiviert wurden. Bei der vorliegenden Methode wird andererseits eine Unterwasser-Fermentor-Kultivierung benutzt für die Erzeugung des Impfmateriails. Solch ein



Verfahren ist geeigneter für die Produktion in großem Maßstab. Die herkömmliche Fermentor-Kultivationsmethode, d.h. unter Benutzung eines Schaufelrad-gerührten Tankreaktors, liefert aber ein sehr langsames Wachstum von Armillaria, vielleicht aufgrund exzessiver Scherkräfte in der Flüssigkeitsphase. Aus diesem Grunde wurde ein Verfahren entwickelt, welches auf der Kultivation in Luftheberfermentoren basiert. Durch die Benutzung dieses Verfahrens kann eine große Menge von Impfmateri-  
5 al sehr schnell (ca. 1 Woche) hergestellt werden. Der Pilz wächst in der Form von "Pellets" und es kann eine Homogenisierung des Materials wünschenswert sein. Die erhaltene Suspension kann leicht verwendet werden, hält sich gut bei der Abkühlung und kann auf die Holzoberfläche  
10 aufgesprüht werden.

Ein neues Verfahren zum Impfen von Holzplatten, bekannt als Sandwich-Impfung, wurde entwickelt, siehe Fig. 3. In dieser Figur bezeichnet 3 das Impfmateri-  
15 al und 4 eine Holzplatte.

20 Bei der herkömmlichen Technologie wurde der Pilz auf die Oberfläche eines Holzstückes geimpft. Eine Oberflächenkolonie wird so unter aeroben Bedingungen ausgebildet und der Pilz wächst allmählich in das Holzmaterial hinein, wo

wahrscheinlich die Verfügbarkeit von Sauerstoff ziemlich gering ist. Bei der Sandwich-Technik wird das Pilzmaterial direkt in das Holz eingebracht. Die reduzierte Sauerstoffzufuhr zum Pilz, die von diesem Verfahren resultiert, hat  
5 keinen negativen Effekt auf den Pilz - im Gegenteil, das Sandwich-Prinzip zeigte sich als notwendig für das Zoning. Der Pilz wächst und erzeugt Zoning auch tief unten im Sandwich, während die herkömmliche Technik mit Impfung der Holzoberfläche nur vernachlässigbares oder kein Zoning erzeugt.

10 Bei einer Variante der Sandwich-Technik wird ein Block, Brett od.dgl. aus Holz, Plastik oder Papier z.B. auf einem einzigen geimpften Holzbrett aufgebracht, welches gezont werden soll.

Zwei praktische funktionierende Methoden wurden entwickelt, um das Muster der Zonenlinien in gewissem Maße zu steuern:  
15

1) Steuerung mit Hilfe des Impfvorganges:

Vorausgesetzt der korrekte Feuchtigkeitsgehalt im Holz wurde eingestellt, kann das Zoningmuster durch die Art  
20 beeinflusst werden, in welcher die Pilzsuspension in das Holz eingeimpft wird, welche daraufhin gemäß der Sandwich-Technik inkubiert wird. Fig. 4 und 5 zeigen zwei Beispiele

5 von Impfmethoden, nämlich Punkt- und Streifenimpfung auf 2 mm Birkenholz, und das Ergebnis auf präparierten, geschliffenen und lackierten Brettern. Es ist zu sehen, daß die Platten in einem Sandwich ein Zoningmuster ergeben mit Paaren von Spiegelbildern, wie in Fig. 4 und 6 gezeigt.

Die Impfung kann durchgeführt werden

- mit Hilfe von Sprühdüsen;
- mit einer Drehwalze, die ein bestimmtes Muster  
10 druckt;
- durch Eintauchen des Holzes in die Pilzsuspension;
- durch Benutzung von feuchtigkeit-zurückhaltenden, pilzinfizierten Zwischenlagen.

15 Das Impfmuster kann kombiniert werden mit Imprägnierung mit Substanzen, die verhindern, daß der Pilz das Holz angreift, wie oben beschrieben.

Die Impfung kann durchgeführt werden unter Benutzung entweder einer oder mehrerer Pilzkulturen. Im letzteren Falle können die Kulturen entweder von unterschiedlichen  
20 Pilzarten sein oder von unterschiedlichen Zweigen der gleichen Art.

## 2) Steuerung durch die Feuchtigkeitsverteilung:

Der Feuchtigkeitsgehalt im Holz ist von fundamentaler Bedeutung für den Zoning-Prozeß. Diese Tatsache kann dafür verwendet werden, das Zoning zu steuern durch das Verfahren, das in Fig. 7 gezeigt ist, bei welchem feuchtigkeithaltende Zwischenlagen im Sandwich eingefügt sind. In Fig. 7 bedeutet 5 das Impfmateri-  
5 6 ein Holzbrett und 7 eine Zwischenschicht. Die Zwischenschicht kann imprägniert sein beispielsweise mit Wassernährmittel oder pH-gesteuerten/redoxaktiven Sub-  
10 stanzen und/oder infiziert mit Impfmateri-  
al.

Eine weitere Variante für die Zwischenschicht ist, daß sie trocken sein kann und die Holzbretter feucht, um einen Feuchtigkeitsgradienten im Holz zu erzielen.  
15 Vorzugsweise ist das Sandwich mit oder ohne Zwischenschichten mit Gewichten versehen, um einen ausreichenden Kontakt zwischen dem Holz und den Zwischenschichten zu gewährleisten. Auch andere Formen von Kompression sind geeignet.

20 Durch einen korrekt eingestellten Feuchtigkeitsgehalt und das Impfvolumen kann ein Zoningmuster erhalten werden, welches das Aussehen von Fig. 8 hat. In Fig. 8 bedeutet 8 eine Zwischenschicht und 9 eine Zonenlinie. Ein Beispiel eines präparierten Brettes dieses Typs ist in Fig. 9 gezeigt.

In diesem Fall wurde ein quadratisches Zwischenstück benutzt, aber es können auch Zwischenschichten anderer geometrischer Formen verwendet werden. Die Zonenlinie verläuft zur Oberfläche des Holzes, wo diese die Kanten  
5 der Zwischenschicht berührt. Andernfalls tritt das Zoning nur teilweise hervor, aber ein Muster von Zonenlinien kann freigelegt werden, wenn das Holz geschliffen wird (Fig. 9). Ein anderes Beispiel eines Netzwerkusters auf einer geschliffenen Oberfläche ist in Fig. 10 gezeigt.

10       Herkömmliche Methoden zum Inkubieren des geimpften Holzes haben im allgemeinen zur Folge, daß das Holz auf sterilem, feuchtem Vermikulit , Erde, usw., plaziert wird. Ein Gleichgewicht wird so stufenweise erreicht zwischen der Feuchtigkeit im Holz, in der Tragefläche und der Luft.  
15 Wenn das Holz durch den Pilz angegriffen wird, steigt im allgemeinen der Feuchtigkeitsgehalt im Holz an. Erfindungsgemäß wird der Feuchtigkeitsgehalt zu Beginn (siehe oben) festgesetzt und das Holz wird daraufhin in einem völlig geschlossenem System mit 100% relativer Feuchtigkeit, aber  
20 ohne feuchte Tragefläche, inkubiert. Auf diese Weise werden Fluktuationen im Feuchtigkeitsgehalt des Holzes vermieden, welche bei einem dünnen Holzmaterial leicht dazu führen könnten, daß der Pilz nicht normal wächst. Auch liefert ein geschlossenes System einen besseren Schutz gegen

In diesem Fall wurde ein quadratisches Zwischenstück benutzt, aber es können auch Zwischenschichten anderer geometrischer Formen verwendet werden. Die Zonenlinie verläuft zur Oberfläche des Holzes, wo diese die Kanten  
5 der Zwischenschicht berührt. Andernfalls tritt das Zoning nur teilweise hervor, aber ein Muster von Zonenlinien kann freigelegt werden, wenn das Holz geschliffen wird (Fig. 9). Ein anderes Beispiel eines Netzwerkusters auf einer geschliffenen Oberfläche ist in Fig. 10 gezeigt.

10       Herkömmliche Methoden zum Inkubieren des geimpften Holzes haben im allgemeinen zur Folge, daß das Holz auf sterilem, feuchtem Vermikulit, Erde, usw., plaziert wird. Ein Gleichgewicht wird so stufenweise erreicht zwischen der Feuchtigkeit im Holz, in der Tragefläche und der Luft.  
15 Wenn das Holz durch den Pilz angegriffen wird, steigt im allgemeinen der Feuchtigkeitsgehalt im Holz an. Erfindungsgemäß wird der Feuchtigkeitsgehalt zu Beginn (siehe oben) festgesetzt und das Holz wird daraufhin in einem völlig geschlossenem System mit 100% relativer Feuchtigkeit, aber  
20 ohne feuchte Tragefläche, inkubiert. Auf diese Weise werden Fluktuationen im Feuchtigkeitsgehalt des Holzes vermieden, welche bei einem dünnen Holzmaterial leicht dazu führen könnten, daß der Pilz nicht normal wächst. Auch liefert ein geschlossenes System einen besseren Schutz gegen

Infektionen und die Zusammensetzung der Gasatmosphäre kann leicht gesteuert werden. Der Gehalt an Sauerstoff und Kohlendioxid und das Auftreten von Licht liefern eine Methode zum Steuern sowohl des Pilzwachstums als  
5 auch des Zoning im Holz.

Das Zoning beginnt sich nach 3 - 4 Wochen Inkubation zu zeigen, aber spätestens nach 6 - 8 Wochen Inkubation ist es wünschenswert, sich eines ausreichenden Ergebnisses zu vergewissern. Die Inkubationszeit ist auch abhängig  
10 von der Dicke des Holzes und die gewünschte Eindringtiefe des Zoning. In einem dünnen Furnier können Zonenlinien, die ganz durch das Holz hindurchgreifen, in etwa 6 Wochen erhalten werden.

Es ist besonders beim Beginn des Verfahrens wichtig,  
15 daß das Holz und das Pilzmaterial gegen Infektionen geschützt werden. Besonders problematisch sind Infektionen durch Schimmelpilze, die häufig schneller wachsen als höhere Pilze und diese Überwältigen. Die Sporen von Schimmelpilzen bilden auch ein Gesundheitsrisiko. Zur Vermeidung von In-  
20 fektionen hat das beanspruchte Verfahren die folgenden Eigenschaften :

- Das Impfmateriäl wird unter sterilen Bedingungen hergestellt;
- Behandlung und Impfung des Holzes werden unter so aseptischen Bedingungen durchgeführt wie möglich;
- 5 - es wird ein großes Volumen von aktivem Impfmateriäl verwendet, was die Folge hat, daß sich der gewünschte Pilz schneller entwickelt und damit das Infektionsrisiko geringer ist (und das Zoning schneller);
- es werden Pilze wie Armillariamellea verwendet, welche  
10 außer der Zoningerzeugung auch Antibiotika produzieren und dem Holz einen gewissen automatischen Schutz gegen Infektionen geben;
- wenn nötig, kann das Holz mit Antischimmelmitteln vorbehandelt werden, wie z.B. Benomyl;
- 15 - die Inkubation kann in einem gänzlich geschlossenen System durchgeführt werden (siehe oben).

Wenn das gewünschte Zoning erzielt wurde, muß die Aktivität des Pilzes auf das Holz unterbrochen werden. Dies liefert keine größeren Probleme und kann leicht durch eine



der beiden Methoden erreicht werden :

- Die Holzbretter werden getrocknet, wodurch der Pilz inaktiviert wird.
  - Dampf wird in den Inkubator eingebracht, wodurch der Pilz getötet wird; das Holz wird dann getrocknet.
- 5

- 37 -

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anm ldetag:  
Offenlegungstag:

34 34 551  
B 27 K 5/00  
20. September 1984  
18. April 1985

FIG. 1

